

МЕТОДИКА ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОННО-СВЕТОВОГО ИНДИКАТОРА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ РАСТВОРОВ

Поляк Э.Л., Рогачёв Г.М.

*УО «Витебский государственный ордена Дружбы народов
медицинский университет»*

В основе конструкции кондуктометра лежит схема четырёхплечного уравновешенного моста (рис.1), подключённого к генератору Γ переменного тока частотой 1150 Гц. Плечи реохорда R_1 и R_2 — активные сопротивления, величины которых можно плавно менять с помощью ползунка D . Два других плеча представляют собой ячейку с исследуемым раствором R_x и магазин сопротивлений R_m с декадами.

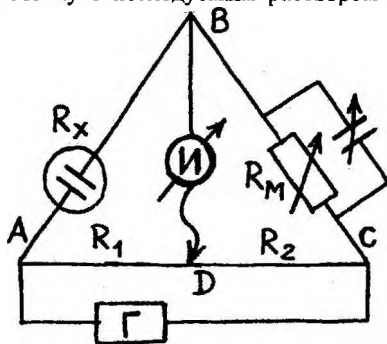


Рис. 1

Так как электролитическая ячейка с раствором обладает при переменном токе активным сопротивлением R_x и ёмкостным R_c , то для компенсации ёмкости в схему включён переменный конденсатор C . В качестве индикатора нуль-прибора баланса моста обычно используют головные телефоны или осциллограф.

При измерении сопротивления R_x мост балансируют путём изменения сопротивления R_m или положения движка реохорда D. Баланс моста достигается, когда напряжение на участках AB и AD, BC и DC соответственно равны, тогда $R_x = R_m \cdot \frac{R_1}{R_2}$ (1). В этом случае

индикатор показывает минимальное отклонение луча осциллографа по вертикали или отсутствие звука в головных телефонах. Точность результата зависит от чувствительности индикатора и физиологических особенностей экспериментатора. Экспериментатор должен обладать острым слухом при работе с головными телефонами, однако, при многократных измерениях слух притупляется. При работе с осциллографом величина сигнала определяет толщину светлой полосы на экране. Вблизи точки компенсации изменения сигнала малые, поэтому уменьшение толщины полосы малозаметное и трудно точно определить момент баланса моста. Кроме того, изменение яркости луча на экране вызывает видимое изменение толщины светлой полосы на экране, что затрудняет наблюдение момента баланса. При длительной работе это вызывает утомление глаз.

Непрерывное и медленное изменение сигнала в описанных индикаторах вблизи точки баланса моста затрудняет его точное определение, что является их общим недостатком. Проверка баланса моста с помощью передвижения ползунка реохорда показывает, что в обоих случаях индикаторы не реагируют на смещение ползунка относительно средней точки в пределах 2-3 см.

Для повышения точности измерений, практически независимых от экспериментатора, предлагаем использовать в качестве нуль-прибора усилитель магнитофона «Комета» с его электронно-световым индикатором на лампе 6Е5С.

Подготовка схемы к работе:

- 1) От генератора (Г) к точкам AC схемы (рис.1) подаётся напряжение 5 В.
- 2) Движок реохорда D устанавливается на середине $R_1=R_2$.
- 3) Напряжение от точек BD подаётся на гнездо «Микрофон» магнитофона в режиме «запись».
- 4) Звук убирается до минимума ручкой «Тембр».
- 5) Увеличиваем напряжение измеряемого сигнала ручкой «уровень громкости» (УГ) до тех пор, пока на электронно-световом индикаторе (ЭСИ) магнитофона тёмный сектор станет узким.

Для балансировки моста необходимо:

1) Переключением декад магазина сопротивления R_m добиться максимальной величины тёмного сектора ЭСИ.

2) Снова увеличивается сигнал ручкой УГ до получения минимума величины тёмного сектора ЭСИ.

3) Пункты 1 и 2 повторяются до тех пор, пока тёмный сектор перестанет увеличиваться. Это означает, что мост сбалансирован, а, следовательно, $R_x = R_m$. В этом случае малейшее изменение положения ползунка на реохорде в зависимости от направления его движения приводит к уширению или исчезновению нитевидного тёмного сектора. Заключение: Предложение изменить головные телефоны (осциллограф) на магнитофон имеет ряд преимуществ:

1) Нет сильного раздражающего сигнала индикатора на слух и зрение.

2) При переключении декад резко нарушается баланс моста, и поскольку используется усилитель, то любой стрелочный прибор, подключённый к нему, может выйти из строя. Поэтому в работе используется электронно-световой индикатор на лампе 6Е5С, который не боится перегрузок.

3) Наблюдаемый тёмный сектор на ярко зелёном фоне виден контрастно и чётко, что не утомляет глаз и позволяет точно зафиксировать момент балансировки моста.

4) Магнитофон с таким ЭСИ можно использовать для высокоточных измерений при выполнении научных исследований.

5) Работу по измерению R_x можно проводить с любым усилителем звуковой частоты, имеющим аналогичный ЭСИ.

6) Точность измерений R_x зависит только от класса точности магазина сопротивлений R_m и внимательности экспериментатора.